

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

ERIKA LISE BUFFON DA SILVA

**CRESCIMENTO INICIAL DE UM PLANTIO FLORESTAL IMPLEMENTADO EM
ÁREA DEGRADADA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL SUBMETIDO A APLICAÇÃO
DE ARBOLINA**

**Ji-Paraná,
2023**

ERIKA LISE BUFFON DA SILVA

**CRESCIMENTO INICIAL DE UM PLANTIO FLORESTAL IMPLEMENTADO EM
ÁREA DEGRADADA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL SUBMETIDO A APLICAÇÃO
DE ARBOLINA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientador(a): Prof(a). Ma. Viviane Maia Corrêa.

Coorientador(a): Prof Dr. Adamir da Rocha Nina Júnior.

Ji-Paraná,

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Erika Lise Buffon da.

Crescimento inicial de um plantio florestal implementado em área degradada na Amazônia Ocidental submetido a aplicação de Arbolina / Erika Lise Buffon da Silva, Ji-Paraná-RO, 2023.

20 f. : il.

Orientador(a): Prof^a Ma. Viviane Maia Corrêa.

Coorientador(a): Prof^o Dr. Adamir da Rocha Nina Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ji-Paraná-RO, 2023.

1. Plantio florestal. 2. Área degradada. 3. Espécies nativas. I. Corrêa, Viviane Maia (orient.). II. Nina Júnior, Adamir da Rocha (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864 (Campus Ji-Paraná)

ERIKA LISE BUFFON DA SILVA

**CRESCIMENTO INICIAL DE UM PLANTIO FLORESTAL IMPLEMENTADO EM
ÁREA DEGRADADA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL SUBMETIDO A APLICAÇÃO
DE ARBOLINA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em 26 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a) Orientador(a) Ma. Viviane Maia Corrêa
IFRO – Câmpus Ji-Paraná

Prof.(a) Coorientador Dr. Adamir da Rocha Nina Júnior
IFAM – Câmpus Humaitá

Prof.(a) Dra. Josiane Celerino de Carvalho
LFBV - INPA

Ji-Paraná - RO, 26 de outubro de 2023

CRESCIMENTO INICIAL DE UM PLANTIO FLORESTAL IMPLEMENTADO EM ÁREA DEGRADADA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL SUBMETIDO A APLICAÇÃO DE ARBOLINA

INITIAL GROWTH OF A FOREST PLANTING IMPLEMENTED IN A DEGRADED AREA IN THE WESTERN AMAZON SUBJECTED TO THE APPLICATION OF ARBOLINA

Erika Lise Buffon da Silva¹
Viviane Maia Corrêa²
Adamir da Rocha Nina Júnior³

RESUMO

O desflorestamento concentrado na região amazônica têm sido responsável pela expansão das áreas degradadas ocasionando significativas perdas em biodiversidade. Esse cenário gera uma demanda por estudos com foco na avaliação de processos vinculados a recuperação visando maior efetividade das ações mitigadoras. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar o estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em resposta ao arranjo de plantio e a aplicação de Arbolina em uma unidade experimental em Ouro Preto do Oeste, RO. Foram avaliadas, durante 3 meses, duas espécies florestais nativas (*Bertholletia excelsa* e *Inga edulis*), em um delineamento experimental em blocos casualizados com 6 tratamentos resultantes de um arranjo fatorial 2 x 3 (com e sem aplicação de Arbolina x sistemas de plantio puro, misto e agroflorestal), com 5 repetições. Analisou-se a mortalidade das plantas, por meio da contagem dos indivíduos remanescentes em relação ao número de mudas plantadas, as principais causas de estresse, categorizados em função do agente (biótico e abiótico), e a taxa de crescimento absoluto (TCA) para diâmetro e altura. A espécie com a maior mortalidade foi a *B. excelsa* (11,3%) e a causa de estresse que mais afetou as plantas foi o abiótico. Não houve diferença estatística significativa para a TCA em relação ao DAC do Ingá e da Castanheira e para a altura do Ingá. Os resultados apontam que o período de 3 meses após o plantio é insuficiente para avaliar os efeitos dos arranjos de plantio no crescimento e que o intervalo de 3 meses de aplicação da Arbolina não é suficiente para visualizar a influência do bioestimulante no crescimento das espécies florestais estudadas.

Palavras-chave: Plantio florestal; Área degradada; Espécies nativas.

ABSTRACT

Deforestation concentrated in the Amazon region has been responsible for the expansion of degraded areas, causing significant losses in biodiversity. This scenario generates a demand for studies focused on evaluating processes linked to recovery with a view to greater effectiveness of mitigating actions. Therefore, the objective of the present work was to study the initial establishment of native forest species in response to the planting arrangement and the application of Arbolina in an experimental unit in Ouro Preto do Oeste, RO. Two native forest

¹ Graduanda em Engenharia Florestal pelo Instituto Federal de Rondônia – E-mail: erika.lise@estudante.ifro.edu.br

² Professor-Orientador. Mestra em Engenharia Florestal. Docente do Instituto Federal de Rondônia – E-mail: viviane.correa@ifro.edu.br

³ Professor-Co-orientador. Doutor em Engenharia Florestal. Docente do Instituto Federal do Amazonas – E-mail: adamir.nina@ifam.edu.br

species (*Bertholletia excelsa* and *Inga edulis*) were evaluated for 3 months, in an experimental design in randomized blocks with 6 treatments and according to the 2 x 3 factorial (with and without application of Arbolina x pure, mixed and agroforestry planting systems), with 5 replications. Plant mortality was analyzed by counting the remaining individuals in relation to the number of seedlings planted, the main causes of stress, categorized according to the agent (biotic and abiotic), and the absolute growth rate (TCA) for diameter and height. The species with the highest mortality was *B. excelsa* (11.3%) and the cause of stress that most affected plants was abiotic. There was no statistically significant difference for the TCA in relation to the DAC of Ingá and Castanheira and for the height of Ingá. The results indicate that the period of 3 months after planting is insufficient to evaluate the effects of planting arrangements in relation to growth and that the 3-month interval of application of Arbolina is not sufficient to visualize the influence of the biostimulant on the growth of the forest species studied.

Keywords: Forest planting; Degraded area; Native species.

1 INTRODUÇÃO

O bioma amazônico está entre os mais atingidos pela exploração predatória e uso desordenado dos recursos. As pressões antrópicas de desflorestamento têm sido responsáveis por sérias questões ambientais, a exemplo perda de biodiversidade e mudanças climáticas, resultando em perdas significativas de fauna, flora e serviços ambientais (ANDRADE, 2020) e, conseqüentemente, contribuído para expansão de áreas degradadas na região. Segundo dados do INPE (2021), cerca de 17% (729 mil km²) da área total do bioma já foram desflorestados, com destaque para a concentração dessas ações nos estados do Pará, Mato Grosso, Amazonas e Rondônia, que no referido ano correspondeu a 87,21% do desmatamento verificado na Amazônia Legal.

Uma alternativa para revegetação de áreas desflorestadas são os plantios florestais, que podem ser estabelecidos no formato homogêneo, com uso de apenas uma espécie, ou heterogêneo, onde há o consorciamento entre espécies, sendo sua aplicação essencial para recomposição vegetal de ambientes que passaram por um processo de degradação (SILVA, 2021).

Essa recomposição da vegetação se desdobra na escolha de espécies adequadas ao plantio, sobretudo tratando-se de nativas (SALOMÃO et al., 2013). Outro ponto a ser considerado é que sendo endêmicas da região, os processos adaptativos na relação solo-planta-clima são favorecidos facilitando o estabelecimento das plantas. Dessa forma, selecionar espécies com maior potencial de adaptação frente as condições adversas são essenciais, em virtude de áreas degradadas apresentarem condições de sítio complexas e desfavoráveis ao crescimento de plantas como: compactação do solo, luminosidade intensa, baixo teor de matéria orgânica no solo e baixa fertilidade.

Apesar do cenário de desflorestamento, no Brasil o setor de florestas plantadas conta com 9,93 milhões de hectares de plantios florestais em áreas que anteriormente passaram por algum processo de degradação. No entanto, há uma predominância pelo uso das espécies exóticas. Da área total de florestas plantadas por exemplo, cerca de 95,2% são compostas por plantios de Eucalipto e Pinus, enquanto a área de florestas com outras espécies soma apenas 4,8% (Seringueira, Teca, Acácia e Paricá) (IBÁ, 2023). Segundo o Ibá (2023), no ano de 2021, companhias de base florestal atuaram na recuperação de aproximadamente 25,8 mil hectares, desse total apenas 15% das áreas estavam alocadas na Amazônia. Os plantios florestais no estado de Rondônia somam 0,01% da área plantada e é representado pelo estabelecimento de plantios de Pinus. Não obstante, as espécies mais utilizadas em implantações, à exceção das exóticas supracitadas, são a seringueira, acácia, teca e paricá, demonstrando a urgência da difusão de conhecimento técnico-científico sobre espécies nativas amazônicas, bem como, informações e orientações sobre seu manejo (BENTES-GAMA et al., 2008).

Uma estratégia que pode alavancar o desempenho das plantas, especialmente aquelas submetidas as condições das áreas degradadas, e tem sido bem difundida é o uso de bioestimulantes vegetais, sendo este “[...] qualquer substância ou microrganismo aplicado às plantas com o objetivo de aumentar a eficiência nutricional, a tolerância ao estresse abiótico e/ou características de qualidade da cultura, independente do seu teor de nutrientes [...]” (DU JARDIN, 2015). Butruille (2021, p. 20) descreve que dentre os bioestimulantes vegetais “[...] a Arbolina é um produto a base de nanopartículas de ‘Carbon Dots’ e tem demonstrado resultados promissores [...]”, representando assim, uma iniciativa com potencialidades para contribuir favoravelmente no incremento da parte aérea das plantas (LEMOS, 2021), desdobrando-se em um possível ganho em biomassa. No entanto, ainda são escassos estudos que avaliem a resposta de espécies florestais nativas da Amazônia quando submetidas a aplicação da Arbolina.

Mediante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em resposta ao arranjo de plantio e a aplicação de Arbolina em uma unidade experimental em Ouro Preto do Oeste/Rondônia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

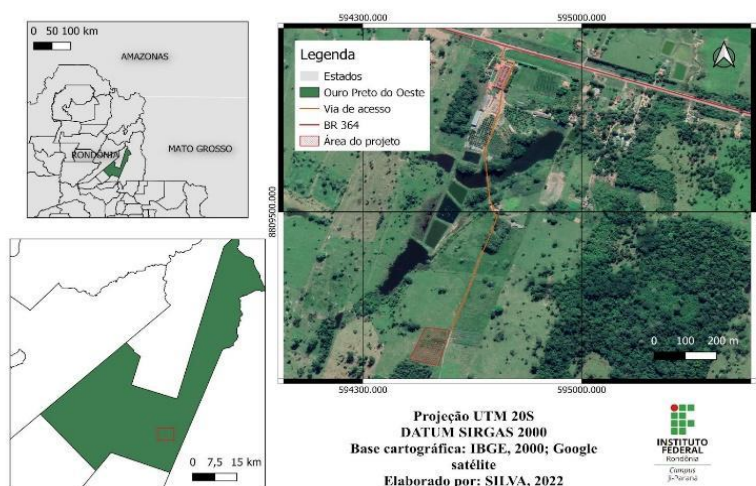
O plantio experimental avaliado na pesquisa foi estabelecido a partir da iniciativa do projeto NanoRad's, firmado por meio do convênio nº 01280.000662/2022-67 entre o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, Krilltech (detentora da patente da Arbolina), e a

fonte financiadora Shell Brasil. No total são 10 plots experimentais distribuídos pela Amazônia Legal, sendo Rondônia contemplado com um plot. A instituição executora das atividades na unidade experimental é o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ji-Paraná. A área do plantio é de aproximadamente 1 hectare e conta com três sistemas de plantios: puro, composto pela Castanheira (*Bertholletia excelsa*) misto, formado pelo consórcio entre *B. excelsa* e o Ingá (*Inga edulis* Mart.) e o sistema agroflorestal composto por *B. excelsa*, *Inga* e *Musa spp* (bananeira).

O período de planejamento e realização do trabalho foi entre os meses de janeiro a outubro de 2023. A área experimental, onde os dados foram coletados, encontra-se localizada no Centro de Treinamento da EMATER (Centrer) RO, nas coordenadas 10°46'19"S e 62°08'02"W. Segundo a classificação de Köppen o clima é caracterizado como Aw (Clima Tropical com inverno seco), apresentando uma temperatura do ar média anual de 25°C, com mínima de 22°C e máxima de 31°C. A precipitação total anual é cerca de 1850 mm ao ano com concentração das chuvas nos meses de outubro a abril.

O acesso à localidade se dá através da BR 364, sentido Ji-Paraná a Ouro Preto do Oeste, a aproximadamente 22 km do município de Ji-Paraná conforme o croqui de acesso (Figura 1).

Figura 1 – Croqui de acesso.



Fonte: Autoria própria (2022).

Segundo relatos dos colaboradores da instituição parceira (Emater-RO), a cobertura florestal original foi retirada em meados de 1996. No seu histórico consta atividades de manejo com culturas florestais e agrícolas como a seringueira, feijó, café e mamão. Pouco antes do plantio a cobertura vegetal da área era composta por pastagem, goiabeiras (unidades amostrais

3, 4 e parte da 5) e teca (em parte da unidade 5) (Figura 2). A área do plantio comporta 5 blocos com 3 sistemas e 2 parcelas cada.

Figura 2 – Área experimental antes do plantio – RO.



Fonte: Corrêa (2022).

O plantio foi concluído no fim de março de 2023 e a condição da área após sua realização, bem como seu arranjo, pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Área experimental depois do plantio – RO.



Fonte: Nogueira (2023).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental aplicado foi em blocos casualizados com 6 tratamentos, resultantes de um fatorial 2 x 3 (com e sem aplicação de arbolina x sistemas de plantio puro, misto e agroflorestal), com 5 repetições (blocos) (Tabela 1).

Tabela 1 – Delineamento experimental: Tratamentos

Delineamento experimental	
Tratamentos	Sistema de plantio / parcela
T1	PP /Com arbolina
T2	PP / Sem arbolina
T3	PM / Com arbolina
T4	PM / Sem arbolina
T5	SAF / Com arbolina
T6	SAF / Sem arbolina

PP: Plantio Puro; PM: Plantio Misto; SAF: Sistema Agroflorestal

Fonte: Autoria própria (2023).

O plantio conta com 830 plantas que foram avaliadas mediante a realização de censo. A taxa de sobrevivência das mudas foi calculada através da contagem dos indivíduos remanescentes em relação ao número inicial de mudas plantadas. A identificação dos principais fatores que causaram estresse foi definida por meio da análise visual dos indivíduos em campo, sendo categorizados em: mortalidade causada por agente biótico (animais, pragas e falha técnica) e agente abiótico (estresse hídrico). Foram realizadas duas mensurações, uma em junho e a outra em outubro, a fim de verificar o crescimento das plantas. A altura (ALT - cm) foi quantificada utilizando a trena e o diâmetro a altura do solo (DAS - mm) com o auxílio do paquímetro digital modelo MTX (margem de erro +/- 0,02 mm). A partir desses dados calculou-se as taxas de crescimento absoluto (TCA) para ambas as variáveis, sendo está determinada pela diferença das medidas das duas coletas de dados em um intervalo de 3 meses. Os dados foram submetidos a teste de normalidade Ryan Joiner, ANOVA e teste Tukey a 95% de confiança com o auxílio do *software* Minitab e em dados anormais aplicou-se estatística descritiva feita por meio do Excel.

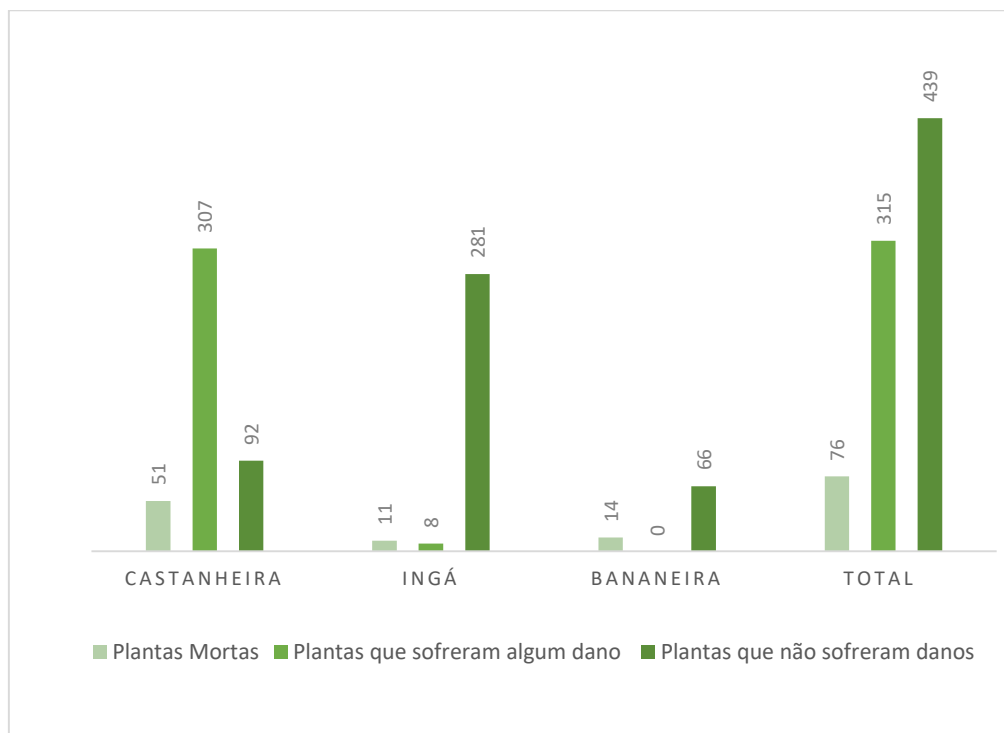
É pertinente enfatizar que a aplicação da arbolina ocorreu após a primeira coleta de dados, com um intervalo de 30 dias (julho, agosto e setembro), e que a segunda coleta ocorreu 20 dias após a última aplicação do produto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mortalidade

As plantas foram classificadas segundo o estágio em que se encontravam na avaliação realizada seis meses após a implantação do experimento, sendo divididas em: plantas mortas, plantas que sofreram algum dano e plantas que não sofreram danos, conforme apresentado na Figura 4 abaixo.

Figura 4 – Mortalidade no plantio.



Fonte: Autoria própria (2023).

Sob a perspectiva da distribuição das espécies nos arranjos de plantio, a *B. excelsa* (castanheira) foi a espécie com maior concentração nas categorias de plantas mortas e plantas que sofreram algum dano, apresentando 51 e 307 indivíduos, respectivamente, indicando uma sobrevivência de 88,7%, em menos de um ano de plantio, valor superior quando comparado a sobrevivência de 83% observada por Locatelli et al. (2015). Costa et al. (2009) verificaram uma sobrevivência de 78% para a *B. excelsa* em plantios com 12 anos e no arranjo agroflorestal em área degradada da Amazônia central.

A espécie demonstrou certa sensibilidade, devido a quantidade de plantas mortas identificadas. No entanto, a plasticidade é confirmada ao visualizar que a maioria dos indivíduos que passaram por algum tipo de estresse conseguiram se recuperar, corroborando com a afirmativa de Silva et al. (2009) acerca da plasticidade fisiológica da espécie evidenciada quando em condições bioclimáticas adversas.

O *I. edulis* (Ingá), por sua vez, apresentou alta concentração de indivíduos no grupo de plantas que não sofreram danos, mostrando seu potencial de adaptação em áreas degradadas e reforçando assim a afirmativa de Aquino e Vieira (2014) quanto a eficiência da espécie em condições adversas, bem como, sua aplicabilidade em plantios com a finalidade de recuperação ambiental. A espécie apresentou uma sobrevivência de 96,4%, superior a sobrevivência de 60,3% aferida por Cotarelli et al. (2008) onde o referido autor avaliou o comportamento de espécies nativas na restauração de áreas degradadas por pastagem. Molinaro (2005) constatou também que o processo de regeneração natural próximo as plantas de *Inga edulis* teve uma performance superior acerca da quantidade e qualidade das espécies colonizadoras, corroborando com a assertiva no tocante ao potencial da espécie para recuperação de áreas.

Para a *Musa spp* (bananeira) verificou-se 14 plantas mortas, o que representa 17,5% do total de indivíduos dessa espécie no plantio, atestando que apesar do elevado potencial para aplicação em SAF's, por garantir um retorno financeiro a curto prazo (ARATO et al., 2003), é necessário garantir o suprimento hídrico da espécie cuja exigência média é de 32 L/planta/dia segundo Silva et al. (2005). É importante pontuar que houve a necessidade do replantio de todas as mudas de bananeira na unidade experimental antes da realização do primeiro censo em virtude da presença de animais (capivaras) que demonstraram preferência alimentar por esta espécie.

De modo geral, o plantio contou com mais da metade dos indivíduos (52,89%) concentrados na categoria de plantas que não sofreram danos, seguido de 315 que sofreram algum dano (37,95%) e 76 plantas mortas (9,16%).

Diante de tais resultados, observa-se que as perdas teriam sido minimizadas em um panorama onde a instalação do plantio houvesse ocorrido no início do período chuvoso, que ocorre entre o mês de setembro até o final de outubro para a região amazônica (INPE, 2019), uma vez que a época de realização do plantio é um importante fator para o estabelecimento das mudas e, conseqüentemente, interfere na capacidade da planta de resistir ao estresse, especialmente o abiótico.

3.2 Principais causas do estresse

O tipo de estresse foi classificado em biótico, correspondendo ao ataque de animais, pragas e falha técnica, e abiótico, concernente ao estresse hídrico. Nesse sentido, o fator de estresse que mais afetou as plantas foi o abiótico, responsável pela mortalidade de 45 indivíduos no plantio (59,21%), como exposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Mortalidade: Causas de mudas submetidas a diferentes sistemas de plantios.

Causas do estresse					
Tipo	<i>B. excelsa</i>	<i>Inga edulis</i>	<i>Musa spp</i>	Total	%
Biótico	24	7	0	31	40,79
Abiótico	27	4	14	45	59,21

Fonte: A autoria própria (2023).

Entre as espécies nos diferentes arranjos de plantios, a *B. excelsa* e *Musa spp.* foram as mais afetadas pela escassez hídrica, reforçando a importância da época de plantio e suas implicações. É válido mencionar que se realizou rega regular para a espécie *Musa spp.*, corroborando com o exposto acerca da demanda hídrica acima e que a mesma não expressou perdas por fatores bióticos em função da instalação de protetores visando a contenção dos animais, de acordo com a figura 5.

A castanheira também teve a maior concentração de indivíduos prejudicados pelo estresse biótico que, em parte, foi decorrente da predação de animais sendo esse um fator limitante na etapa inicial do plantio (Scoles et al., 2011).

Além das causas de estresse abordadas nesta pesquisa, Martins et al. (2022), apresenta o controle de gramíneas exóticas invasoras como um fator limitante ao desenvolvimento pleno das mudas em função da matocompetição. Por isso, realizou-se no plantio a roçagem e o coroamento das mudas visando inibir o crescimento de plantas invasoras. Araujo (2020) também reforça o controle de matocompetição acerca da periodicidade de realização dos tratamentos silviculturais de condução (limpezas, podas e entre outros), e diz que quando esta for insuficiente haverá a proliferação maciça de plantas invasoras elevando a competição por espaço, luz e nutrientes afetando negativamente a sobrevivência no plantio. Scoles et al. (2011) avaliaram o crescimento e a sobrevivência da *B. excelsa* em diferentes condições ambientais e concluíram que ela se desenvolveu melhor em condições com alta luminosidade, ratificando a relevância da limpeza periódica ao redor das mudas.

Figura 5 – Protetores para a contenção de animais.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

3.3 Crescimento e Arbolina

3.3.1 *Inga edulis*

Quando avaliado a taxa de crescimento do *I. edulis* em relação as variáveis diâmetro e altura observou-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) para o diâmetro a altura do solo (DAS) e altura (ALT) do *Inga edulis*. Análise estatística: Teste Tukey a 95% de confiança.

Tratamentos	TCA - DAS		Tratamentos	TCA - ALT	
	Média (mm)	IC de 95%		Média (cm)	IC de 95%
T3 (PM-C/A)	0,91 A	(0,67; 1,16)	T3 (PM-C/A)	4,94 A	(3,78; 6,10)
T4 (PM-S/A)	1,03 A	(0,79; 1,28)	T4 (PM-S/A)	6,31 A	(5,15; 7,47)
T5 (SAF-C/A)	0,72 A	(0,47; 0,96)	T5 (SAF-C/A)	4,26 A	(3,10; 5,42)
T6 (SAF-S/A)	0,89 A	(0,65; 1,14)	T6 (SAF-S/A)	6,34 A	(5,18; 7,50)

** Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Fonte: Autoria própria (2023).

No entanto, cabe destacar que em números absolutos os tratamentos T4 e T5 apresentaram um maior e menor incremento médio ao mês em DAS correspondendo a 1,03 mm e 0,72 mm, respectivamente. No tocante à altura, o tratamento T6 mostrou a maior média de incremento ao mês com 6,34 cm e o menor foi de 4,26 cm correspondente ao tratamento T5. Apesar de não apresentar diferença estatística significativa, os resultados apresentados para a TCA nas variáveis altura e diâmetro mostraram-se superiores comparado a encontrada por Freitas et al. (2020), onde constatou-se valores médios de 2,68 cm e 0,48 mm de incremento ao mês em plantas do gênero *Inga* com 11 meses.

Ainda sobre o incremento de TCA para DAS e ALT, Jaquetti (2012) avaliou em sua

pesquisa o crescimento inicial de espécies arbóreas com 10 meses submetidas a diferentes métodos de adubação e detectou valores de 1,0 mm e 3,12 cm mês, respectivamente, sendo inferiores aos resultados máximos obtidos para as variáveis neste trabalho.

Os intervalos de confiança apresentados no trabalho (IC) expõem uma linearidade no incremento do diâmetro e altura assinalando a uniformidade no crescimento das plantas. A regularidade do crescimento exposta pela TCA do DAS e ALT no intervalo de 3 meses mostra que não houve ainda uma resposta dos tratamentos em relação a aplicação da Arbolina.

3.3.2 *Bertholletia excelsa*

A TCA para o diâmetro evidenciado pela *B. excelsa* não demonstrou diferença estatística significativa, expresso na tabela 4.

Tabela 4 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) para o diâmetro a altura do solo (DAS) da *Bertholletia excelsa*. Análise estatística: Teste Tukey a 95% de confiança.

TCA - DAS Castanheira		
Tratamentos	Média (mm)	IC de 95%
T1 (PP-C/A)	0,10 A	(-0,01; 0,22)
T2 (PP-S/A)	0,12 A	(0,001; 0,16)
T3 (PM-C/A)	0,20 A	(0,08; 0,32)
T4 (PM-S/A)	0,24 A	(0,12; 0,36)
T5 (SAF-C/A)	0,08 A	(-0,03; 0,20)
T6 (SAF-S/A)	0,09 A	(-0,02; 0,21)

**Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

Fonte: Autoria própria (2023).

Apesar de não ter dado significativo, a espécie externou valores máximos e mínimos de incremento absoluto médio de 0,24 mm e 0,08 mm para os sistemas T4 e T5, nessa ordem.

Em sua pesquisa, Silva et al. (2021) visualizaram um crescimento absoluto para o diâmetro da castanheira de 1,03 cm (sistema puro), 2,28 cm (sistema misto) e 2,85 cm (SAF) ao mês, doze meses após a implantação, sendo superiores aos valores absolutos obtidos neste trabalho onde o maior incremento foi 0,024 cm ao mês (T4 - PM-S/A).

Semelhante ao *Inga edulis*, a *B. excelsa* manifestou um incremento em DAS uniforme, condizente com o comportamento de plantas em estágio inicial de plantio, uma vez que, não ocorre diferenciação na disponibilidade de água e luz entre os tratamentos, conseqüentemente os arranjos de plantio não alteram o meio físico (GONÇALVES, 2023).

Devido a anormalidade dos dados, para a TCA da variável altura aplicou-se a estatística descritiva, observada na tabela 5.

Tabela 5 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) para a altura (ALT) da *Bertholletia excelsa*.

Estatística descritiva: 95% de confiança

TCA - ALT Castanheira		
Tratamentos	Média (cm)	IC de 95%
T1 (PP-C/A)	0,49	(-0,32; 0,99)
T2 (PP-S/A)	1,04	(-0,18; 1,81)
T3 (PM-C/A)	1,07	(0,28; 2,13)
T4 (PM-S/A)	1,94	(0,27; 2,95)
T5 (SAF-C/A)	0,36	(-0,52; 1,67)
T6 (SAF-S/A)	1,58	(0,95; 2,46)

Fonte: Autoria própria (2023).

Com relação a variável altura, a taxa de crescimento absoluto observada para a *B. excelsa* teve um valor máximo de 1,94 cm para o tratamento T4 e mínimo de 0,36cm no tratamento T5. Mesmo demonstrando uniformidade de crescimento, possivelmente em função de ser um plantio jovem, a espécie já demonstra aos seis meses um incremento potencial no arranjo misto, porém inferior ao encontrado pelos autores Silva et al. (2021) onde o crescimento absoluto para a altura foi de 2,88 cm ao mês para plantas com 12 meses de idade, que equivale o dobro do tempo de instalação deste experimento. Lima (2021), observou um crescimento superior em valores médios absolutos para a altura (60,49 cm) no sistema misto em detrimento do puro (41,45cm) em plantios com aproximadamente 20 meses o que corrobora com o pressuposto de maior incremento em indivíduos no arranjo misto.

4 CONCLUSÃO

A partir desse trabalho conclui-se que as mudas apresentaram mortalidade relativamente baixa correspondendo a menos de 10% e a principal causa identificada foi o abiótico (estresse hídrico). Além disso, o intervalo de 3 meses é insuficiente para avaliar os efeitos dos sistemas em relação ao crescimento das plantas em um plantio de 6 meses e o período de aplicação da Arbolina analisado ainda não é suficiente para visualizar a influência do bioestimulante no crescimento das espécies florestais estudadas.

Por fim, constatou-se que planejamento prévio para restringir a entrada de animais na área é de suma importância para minimizar a mortalidade das mudas, bem como, realizar treinamentos periódicos com a equipe de modo a minimizar perdas decorrentes de práticas incorretas no manejo das plantas, sobretudo aquelas causadas durante a manutenção do plantio, e os erros cometidos no momento da avaliação biométrica.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. B. **Segmentação Semântica de Imagens Aplicada à Detecção de Desmatamento na Amazônia**. 2020. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://www.bdtd.uerj.br/handle/1/20286>. Acesso em: 04 dez. 2023.
- AQUINO, R.; VIEIRA, A. Utilização de espécies vegetais na recuperação de solo sob área degradada Manaus-AM. **Geonorte**, 5(18), 93–98. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1447>. Acesso em: 11 set. 2023.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, p. 715-721, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/P5y4T4vkVshJ5mw7ychs7TF/>. Acesso em: 11 set. 2023.
- ARAUJO, H. J. B. Ações de restauração de florestas exploradas seletivamente no sudoeste da Amazônia brasileira/Restoration of selectively harvested forests in southwestern Brazilian Amazon. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 1, p. 43-59, 2020.
- BENTES-GAMA, M. M. et al. Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia. Porto Velho, RO: **Embrapa Rondônia**, 2008.
- BUTRUILLE, N. M. S. **Influência do método de aplicação e concentrações de Arbolina na produtividade, fisiologia e qualidade de frutos de morangueiro**. 2021. 76 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.
- CARNEIRO, J. G. A. **Determinação do padrão de qualidade de mudas de Pinus taeda L. para plantio definitivo**. Curitiba, 1976. 70p. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Paraná.
- COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Revista Acta Amazonica**. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/RHgrfmFvT5SMm9bKKNJtN5m/#>. Acesso em: 21 out. 2023.
- COTARELLI, V. M.; NEVES, E. J. M.; CARPANEZZI, A. A.; SEOANE, C. E.; BRITTEZ, R. M. Comportamento de cinco espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica na restauração de áreas degradadas por pastagens em relevo de planície do litoral do Paraná, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 7., 2008, Curitiba. **Anais**. Curitiba: SOBRADE, 2008. p. 147-162. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133000/1/digitalizar0002.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, vol. 196, p. 3–14, 2015. Disponível em: https://www-sciencedirect-com.translate.google.com/science/article/pii/S0304423815301850?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc . Acesso em: 21 abr. 2023.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/pesquisa-e-desenvolvimento/recuperacao-de-areas-degradadas>. Acesso em: 09 jun. 2023.

FREITAS, B. B.; PAULETTO, D.; SOUSA, I. R. L. Crescimento inicial e biomassa de espécies utilizadas como adubação verde em sistemas de aleias. **Revista Verde**. v. 15, n.1, jan.-mar, p.20-27, 2020. doi: 10.18378/rvads.v15i1.6458. ISSN 1981-8203. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7283554>. Acesso em: 23 out. 2023.

GONÇALVES, A. L. **Crescimento e respostas ecofisiológicas de *Bertholletia excelsa* Bonpl. cultivada em diferentes sistemas de plantio sobre área alterada**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, AM. 2023. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/39108/3/Crescimento%20e%20respostas%20ecofisiol%3%b3gicas%20de%20Bertholletia%20excelsa%20Bonpl%20cultivada%20em%20diferentes%20sistemas%20de%20plantio%20sobre%20c3%a1rea%20alterada%20%281%29%20%281%29.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório Anual. São Paulo: **Ibá**, 2023. Disponível em: <https://iba.org/publicacoes/>. Acesso em: 21 abr. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Boxplot de precipitação mensal (1981-2010): Região 67**. 2019. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>. Acesso em: 14 out. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal. São Paulo: **INPE**, 2021. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5811. Acesso em: 14 out. 2023.

JAQUETTI, R. K. **Crescimento inicial e respostas fotossintéticas de três espécies leguminosas arbóreas submetidas à adubação verde e química em um plantio florestal na Amazônia**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 2012. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5046>. Acesso em: 24 out. 2023.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. São Paulo: **IPEF**, Série IPEF, n.41/42, p.83-93. 1989.

LEMOS, J. C. L. J. **Concentrações de arbolina no desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa* L.) baby**. 2021. 39 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)

— Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/30690>. Acesso em: 26 mar. 2023.

LIMA, D. A. S. **Crescimento e ecofisiologia de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em diferentes sistemas de plantio em canaã dos carajás – PA.** Marabá, PA. 2021. Disponível em: https://repositorio.unifesspa.edu.br/bitstream/123456789/1680/1/TCC_Crescimento%20e%20ecofisiologia%20de%20Bertholletia%20excelsa%20Bonpl.%20em%20diferentes%20sistemas%20de%20plantio%20em%20Cana%C3%A3%20dos%20Caraj%C3%AAs%20-%20PA.pdf. Acesso em: 23 out. 2023.6

LOCATELLI, M.; MARCANTE, P. H.; CIPRIANI, H. N.; MARTINS, E. P.; VIEIRA, A. H. **Avaliação do crescimento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em um plantio no município de machadinho do oeste – Rondônia.** Embrapa Rondônia, 2015. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes?p_auth=BacSgvAc&p_p_id=buscapublicacao_WAR_pcebusca6_1portlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=3&_buscapublicacao_WAR_pcebusca6_1portlet_javax.portlet.action=buscarPublicacoes&_buscapublicacao_WAR_pcebusca6_1portlet_tiposPublicacaoSelecionados=2. Acesso em: 13 jun. 2023.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Revista Floresta**. Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 129 - 140, jan. / mar. 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328063425.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

MARTINS, S. V.; BRAZ, J. de P.; VILLA, P. M.; ALVES, W. V. L.; VALENTE, M. L.; KRUSCHEWSKY, G. C.; DIAS, A. A.; NABETA, F. H. Avaliação de nucleários como técnica de restauração florestal em Mariana, MG, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 42, 2022. DOI: 10.4336/2022.pfb.42e202002154. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/2154>. Acesso em: 22 out. 2023.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; JÚNIOR, S. B. Selection of species from natural forest and indication of planting density for reclamation of degraded areas in the amazon forest. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 139-151, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/index>. Acesso em: 11 jun. 2023.

SCOLES, R.; GRIBEL, R.; KLEIN, G. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 6, n. 3, p. 273-293, 19 dez. 2011. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/610>. Acesso em: 22 out. 2023.

SILVA, E. F. P.; JÚNIOR, R. N. A.; SOUZA, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um neossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 389 - 396, jun. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/skn3VWZZMFDfsCJHb6FrKcC/?lang=pt#>. Acesso em: 15 out. 2023.

SILVA, P. T. E.; BRIENZA JUNIOR, S.; VALE, R. S.; BARROS, P. L. C.; CASTILHO, N. T. F. **Potencial de utilização da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em sistemas em sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira.** Embrapa Amazônia Oriental. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46203/1/02tema12.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

SILVA, A. K. L. **Dinâmica de serapilheira e produção de raízes finas em plantios de Paricá (*Schizolobium Parahyba* Var. *Amazonicum*) e floresta sucessional em Aurora do Pará, Amazônia Oriental.** Orientador: Steel Silva Vasconcelos. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1190>. Acesso em: 04 dez. 2023.

SILVA, K. N.; SANTOS, G. O.; SILVA, S. H. P.; SANTOS, V.; CARNEIRO, A. B.; GONCALVES, A. L.; LIMA, D. A. S.; COSTA, K. C. P. Crescimento de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* bonpl.) em diferentes sistemas de plantio sobre área degradada. In: **ANAIS DO CONGRESSO ON LINE INTERNACIONAL FLORESTAL**, 2021, Brasil. CONIFLOR, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/4252>. Acesso em: 23 out. 2023.